

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

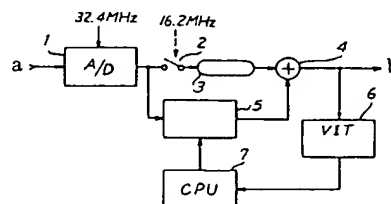
As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(54) EQUALIZER FOR DECODER

(11) 1-82778 (A) (43) 28.3.1989 (19) JP
 (21) Appl. No. 62-238891 (22) 25.9.1987
 (71) NIPPON HOSO KYOKAI <NHK> (72) YUICHI NINOMIYA(1)
 (51) Int. Cl.⁴ H04N7/13, H04N11/00

PURPOSE: To equalize an offset-sampled signal on a reception side with invariably excellent characteristics by making an adjustment by an adjusting means until the difference between the output data of an extracting means and prescribed data becomes smaller than a prescribed value.

CONSTITUTION: A CPU 7 inputs signal waveform data from the VIT extracting circuit 6 and compares it with previously stored ideal waveform data to compute a distortion quantity, and the variable tap of an equalizing filter 5 is controlled to generate an equalization correction quantity. This correction quantity is added by an adder 4 to a main line signal to equalize a transmission line. This adjustment is repeated until the difference between the output data of the circuit 6 and the ideal waveform data becomes smaller than the prescribed value. Consequently, the transmission line is equalized on a decoder side efficiency with the least scale.



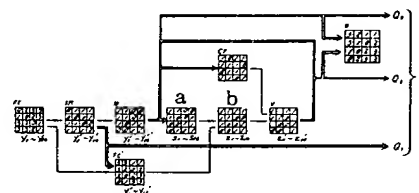
2: sampling circuit, 3: delay circuit, a: input, b: main line system

(54) DIGITAL IMAGE ENCODING SYSTEM

(11) 1-82779 (A) (43) 28.3.1989 (19) JP
 (21) Appl. No. 62-240128 (22) 24.9.1987
 (71) CANON INC (72) MASAHIRO FUNADA(1)
 (51) Int. Cl.⁴ H04N7/13

PURPOSE: To enable image reproduction of high quality by quantizing a digital image corresponding to a specific aimed picture element by blocks according to a binary-coded reproduction vector obtained by quantizing reproduction vectors having the same features.

CONSTITUTION: Picture elements having 3 and 2 levels among 16 picture elements contained in a block are coded into 1 (white) and picture element having 1 and 0 levels are coded into 0 (black) to obtain a black-and-white pattern SP. The vector quantization of this black-and-white pattern SP is performed to obtain the code Q_2 of the reproduction vector and the code Q_3 of rotation. Then the aimed picture element pattern CP for indicating 12 picture elements to be extracted according to the black-and-white pattern SP is read out and used as a mask pattern to extract the 12 picture elements from a primary code FC. The vector V having those 12 picture elements as elements is used as an input vector and vector quantization is performed again to obtain the code Q_3 of the reproduction vector, thereby obtaining a reproduction code block D with Q_2 and Q_3 . Consequently, the image reproduction of high quality is enabled.



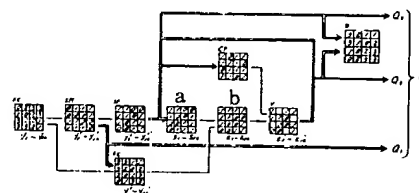
FC: primary code, FC': quad code after rotation, Q: secondary code, SP: black and white pattern after rotation, a: black and white code book, b: intermediate level

(54) DIGITAL IMAGE ENCODING SYSTEM

(11) 1-82780 (A) (43) 28.3.1989 (19) JP
 (21) Appl. No. 62-240123 (22) 24.9.1987
 (71) CANON INC (72) MASAHIRO FUNADA(1)
 (51) Int. Cl.⁴ H04N7/133

PURPOSE: To enable image reproduction of high quality by performing 2nd block-by-block vector quantization of a digital image extracted according to the black-and-white decision result of respective elements of a binary-coded reproduction vector obtained by 1st vector quantization.

CONSTITUTION: A primary code to be encoded which is divided into blocks of prescribed size is coded (FC), so that FM is coded into a binary signal with a proper threshold value. Thus, vector quantization is performed by using a black and white pattern SP which is the binary pattern as an input vector. Then only picture elements predetermined by black and white patterns SP obtained by the vector quantization are extracted from primary vectors $Y_1 \sim Y_{16}$ and put in a set to perform vector quantization again by using them as input vectors. Consequently, a reproduced image of high quality is obtained.



CP: aimed picture element specifying pointer, D: reproduction code book, FC': quad code after rotation, Q: secondary code, SP: black and white pattern after rotation, V: aimed intermediate level, a: black and white code book, b: intermediate level

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-82779

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和64年(1989)3月28日

H 04 N 7/13

Z-6957-5C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全16頁)

⑮ 発明の名称 デジタル画像符号化方式

⑯ 特 願 昭62-240128

⑰ 出 願 昭62(1987)9月24日

⑱ 発 明 者 船 田 正 広 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
⑲ 発 明 者 鈴 木 良 行 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
⑳ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
㉑ 代 理 人 弁理士 丸島 儀一

明 細 書

1. 発明の名称

デジタル画像符号化方式

2. 特許請求の範囲

階調性を有するデジタル画像を複数画素のブロックに分割し、分割した各ブロックに含まれる画素を2値することにより得た2値化ブロックを2値化ブロックのパターン形の特徴を検知して同一の特徴を有する再生ベクトルの中から検索を行うことにより第1のベクトル量子化し、第1のベクトル量子化により得た2値化再生ベクトルに応じ、ブロック内の特定の注目画素に対応した¹デジタル画像に基づいて¹デジタル画像をブロック毎に第2のベクトル量子化することを特徴とする¹デジタル画像符号化方式。

3. 発明の詳細な説明

(技術分野)

本発明は、階調性を有したデジタル画像データの符号化を行うデジタル画像符号化方法に関するものである。

(従来技術)

現在階調性を有したデジタル画像データを対象とした高効率符号化が種々提案されている。

その中で、入力画像を複数画素のブロックに分割して、ブロック毎に符号化する方法がある。この方式の一つとしてブロック内の各画素レベルの平均値(直流分)を求めて、この平均値からの各画素の差分を抽出し、この差分をベクトル量子化の手法を用いて符号化する方法がある。

このベクトル量子化とは、入力画像のK個の画素をまとめてブロック化することで、これをK次元ユークリッド信号空間として定義し、この空間で生成したK次元入力ベクトル $X = [x_1, x_2, \dots, x_K]$ を最小値となる再生ベクトル $Y_i = [y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{iK}]$ $i = 1 \dots N$ へ写像することである。

このベクトル量子化は、従来のスカラー量子化に比べて、効率の良い符号化が実現でき、また同じ圧縮率なら高画質の再生像を得ることができる。

第21図は、このベクトル量子化器の従来例である。第21図においてあらかじめ再生ベクトルは

コードブックROM104, 106に記憶されている。そして、ROM104, 106に与えるアドレスが再生ベクトルのインデックスとなる。

まず、符号化の際にはインデックス発生器3から出力されるインデックス I_i が符号用コードブックROM104のアドレスとして与えられる。このROM104の出力として再生ベクトル Y_i が出力され、符号化すべき入力ベクトル X との歪が歪測器1で計算され、歪測度 d_i として出力される。

この歪測度 d_i としては、

$$d_i = \sum_{j=1}^n |x_j - y_{ij}| \quad \text{又は}$$

$$d_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - y_{ij})^2}$$

が良く使われ、それぞれの応用に適したものが選ばれる。尚、後者は良く知られた X と Y_i の距離である。

この歪測度 d_i は、再生ベクトルのインデックス I_i と共に検索器102に記憶される。そして、全ての再生ベクトルとの歪測度 d_i の計算が終了したら、

検索法では、最小歪となる再生ベクトルを検索できないことがあり、全検索法に比べて歪が増大するといった欠点があった。

〔目的〕

本発明は以上の点に鑑みてなされたもので、階調性を有したデジタル画像を、その画像品位を劣化させることなく効率良く符号化することの可能なデジタル画像符号化方式を提供することを目的としている。

〔実施例〕

以下、本発明を好ましい実施例に基づいて説明する。

第1図に本実施例における基本的なデータの流れを示す。本実施例においては、符号化すべき画像を $m \times n$ 画素からなる所定のブロックに分割し、生成した各ブロック内の直流成分である平均値 M と、コントラスト情報である標準偏差 σ とを求め、一方、交流成分を一次コードにコード化し、更に一次コードをベクトル量子化によって量子化したパターン情報 Q を求める。

検索器2でその歪の最小なものを検索し、その最小歪を与えた再生ベクトルのインデックスを符号 I_c とする。これにより入力ベクトル X の符号化がなされる。

一方、復号化の際には、この符号 I_c を復号用のコードブックROM106のアドレスに入力して、その出力を再生ベクトル Y とする。

ここで再生ベクトルは、圧縮の対象となる画像データ群もしくは、その画像の性質を代表するような画像データを、トレーニングシーケンスとして統計的な手法（たとえばヒストグラム）などを用いることによって抽出される。

しかし、このような全ての再生ベクトルを検索する全検索方式による符号化では、その歪測度の計算などの処理量が膨大となり、処理速度も遅く、実用化の点で問題となっていた。

そこで、このような問題を解決するために、符号化すべき入力ベクトルの特徴を抽出して行くことで段階的に検索の範囲を絞り込んで行く、いわゆる本検索法が提案されている。しかし、この本

即ち、本実施例では $m \times n$ 画素からなるブロックを平均値 M 、標準偏差 σ 及びパターン情報 Q によって表現する。

第2図(A)及び(B)は、本実施例による一次コード生成方法考え方を説明するための図である。ここでは例として「A」の文字を表わす画像を符号化する場合を示している。

まず、所定サイズのブロックがエッジを含むかどうかを各ブロック内の濃度信号値の標準偏差で判断する。すなわち、標準偏差の小さなブロックは低コントラストの領域であり、標準偏差の大きなブロックにはエッジが含まれると判断する。

第2図(A)で、ブロック1はブロック全体が文字「A」を構成する線に含まれるようなもので、その濃度信号値 D は第2図(B)の(a)の如くであり、その標準偏差は小さい。ブロックが地の部分に含まれる場合や、写真画のような低コントラストの画像のブロックも同様の傾向を示すが、その平均値 M は異なる。

一方、ブロック2~4は文字「A」の境界、即ち、

エッジを含むブロックで、その濃度信号値 D は夫々第2図(B)の(b)~(d)の如くであり、その標準偏差は大きい。しかし、ブロック2~4のそれぞれ平均値 M は、ブロックのエッジへのかかり方によって、図の如く異っている。ブロック2のように、線にかかる部分が多いと、濃度の高い画素が多いので平均値は大きくなる。反対に、ブロック4のように地の部分が多いと平均値は小さい。

そこで、標準偏差および平均値でブロックを分類し、各ブロック内の濃度信号値を対応する平均値で減算した結果を標準偏差で除算し、分類毎に規格化差分を求め、この規格化差分のヒストグラムをとると、第3図に示したようなそれぞれの分類で特徴のあるものが得られる。

ブロック1のように標準偏差の小さいものは、第3図(a)に示す如く差分0を中心としてほぼ正規分布する。一方、エッジを含むブロック2~4のヒストグラムは、第3図(b)~(d)に示す如く線部と地肌部に対応する差分のところにピークを有し、それらの中間の差分の度数は低い。そして、

3分割点 b_A 、 b_B を求め、これを基準にコード化を行う。即ち、0~3のコードのうち符号化すべき規格化差分値が属する区間に対応するコードを、符号化コードとして2ビットコードとして出力する。即ち、規格化差分値を n_i とすると、 $n_i \leq b_{01}$ を0、 $b_{01} < n_i \leq b_{12}$ を1、 $b_{12} < n_i \leq b_{23}$ を2、 $b_{23} < n_i$ を3と夫々符号化する。尚、区間分けのためのパラメータ b は以下の式によって定める。

$$\begin{aligned} b_A &= b_L + c \\ b_B &= b_L + 2c \\ c &= (b_L + b_U) / 3 \\ b_{01} &= (b_L + b_A) / 2 \\ b_{12} &= (b_A + b_B) / 2 \\ b_{23} &= (b_B + b_U) / 2 \end{aligned}$$

以上の式において、 b_L 、 b_U はヒストグラムにおける2つのピーク値に対応する規格化差分値を示し、 $b_L < b_U$ である。複合化の際には、 $0 \rightarrow b_L$ 、 $1 \rightarrow b_A$ 、 $2 \rightarrow b_B$ 、 $3 \rightarrow b_U$ を代表点として複合される。

一方、標準偏差が小さいブロックのコード化は、

その平均値、すなわち、ブロック内に線部が多いか地肌が多いかで、ピークとなる差分とその度数も変化する。即ち、ブロック2のように線部が多いブロックのヒストグラム(第3図(b))では、線部に対応する差分のところに最大のピークを生じ、地肌に対応するところに2番目のピークを生じる。その最大ピークは小さい差分のところ($0 \sim 1 \times \sigma$)、第2ピークは大きい差分のところ($-1 \times \sigma \sim -2 \times \sigma$)に現われる。一方、地肌の部分が多いブロック4のヒストグラム(第3図(d))は、ブロック2のヒストグラム(第3図(b))を差分0に対して反転した形となる。また、線部と地肌の割合が等しいようなブロック3のヒストグラム(第3図(c))は、 $\pm 1 \times \sigma$ の付近にそれぞれピークを生じる。

次に、第3図の如くヒストグラムを利用して規格化差分の区間分けをして、0~3のコード付けをする。

そこで、第4図に示すように、ヒストグラムの2つのピーク値に対応する規格化差分 b_L 、 b_U の

そのヒストグラムが正規分布に近似できることから、差分0を中心として、0~3までの4つの区間に分割する。第5図は、この場合のコード化を示している。第5図における分割点 b_{01} 、 b_{12} 及び b_{23} は統計的手段を用いて求める。即ち、 $F(n)$ をヒストグラムから求めた分布関数とすると、

$$F(n) = 1/4, \quad F(n) = 2/4, \quad F(n) = 3/4$$

を満足する点をそれぞれ b_{01} 、 b_{12} 及び b_{23} とする。また、0~3の代表点 b_L 、 b_0 、 b_U はそれぞれの区間の期待値とする。

第6図は、前述した考え方を具体化した構成の実施例を示したものである。第7図には、第6図構成によるブロック単位での画素の処理過程を示す。本実施例では、第7図の如くブロックサイズを 4×4 の16画素としている。

第6図で、まず平均値算出器2で各ブロック内の画素データ $X_1 \sim X_{16}$ の平均値 M が算出される。この平均値算出器2はデータ $X_1 \sim X_{16}$ の加算を行う加算器によって実現できる。この平均値 M と各画素データとの減算が減算器3で実行され、各画

素の差分値 $S_1 \sim S_{10}$ が算出される。ここで1は平均値算出器2による演算出力と画素データとの同期をとるための遅延回路であり、遅延回路1は同期クロックCLKの1クロック分、画素データ $X_1 \sim X_{10}$ を遅延させる。

次に、標準偏差 σ を算出するために、減算器3により得られたそれぞれの差分 $S_1 \sim S_{10}$ の2乗 $S_1^2 \sim S_{10}^2$ が乗算器4で求められる。この乗算器4は乗算結果の書き込まれたテーブルを有したメモリROMで構成される。5は平均値算出器2と同様の平均値算出器で乗算器4から $S_1^2 \sim S_{10}^2$ を入力すると、 $S_1^2 \sim S_{10}^2$ の平均値を求め、この平均値がすなわち標準偏差 σ となる。ここで、遅延回路6、7はそれぞれ減算器3からの差分値 $S_1 \sim S_{10}$ と平均値算出器2からの平均値 M を1クロック分遅延させて、標準偏差 σ の出力との同期をとる。

8~10は各差分値 $S_1 \sim S_{10}$ に夫々設けられた符号化テーブルを格納したメモリROMであり、遅延回路7からの平均値 M 、平均値算出器5からの標準偏差 σ 及び遅延回路6より対応する差分値 $S_1 \sim$

S_{10} が入力される。

メモリROM8~10は差分値を $S_1 \sim S_{10}$ を標準偏差 σ で規格化、即ち、各差分値を標準偏差で除算し、この規格化差分 n_i を平均値 M と標準偏差 σ に従って0~3までの2ビットのコードに符号化する機能を具するもので、入力信号に対応した一次コード $Y_1 \sim Y_{10}$ を夫々出力するための符号化テーブルが格納される。

ところで、原稿の濃度の最大値を Max 、最小値を Min 、ブロック内の平均値 M 、標準偏差 σ は次式に示される範囲にあることが知られている。

$$\left(M - \frac{Max+Min}{2} \right)^2 + \sigma^2 \leq \left(\frac{Max-Min}{2} \right)^2$$

これを $M - \sigma$ の直交2次元平面上に図示すると、第8図に示される半円内のエリアになる。また、ブロックがエッジ部分を含まない平端部の場合には、 M 軸に近いエリアすなわち第8図(a)で示すエリアに分布し、ブロックがエッジ部を含まない場合には、半円に近いエリアすなわち第8図(b)で示

すエリアに分布することが知られている。

この性質を利用して、ブロック内の平均値 M 、標準偏差 σ の値により、ブロックをグループ分けすることができる。その具体例を第9図に示すが、(1)で示されるエリアは平端部であり、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(8)、(9)で示されるエリアはエッジを含むエリアであり、平均値 M によって更に分けられている。

第10図(A)はブロック内が平端部であるとみなされる場合の M と σ の範囲及び区間分けのための値 b を示し、これは第5図に示す b と対応する。

第10図(B)は、ブロック内にエッジ部があるときとみなされる場合の M と σ の範囲及び区間分けのための値 b を示し、これは第4図に示す b と対応する。

この一連の処理は、前述の様に各差分値 $S_1 \sim S_{10}$ に対応して設けられたメモリROM、8~ROM₁₀ 10で行われる。それぞれのROMは差分値 S 、平均値 M 、標準偏差 σ のそれぞれを入力アドレスとして、0~3の2ビットコードを出力データとする。

次に、一次コードのベクトル量子化の方法について述べる。

まず、所定サイズのブロックに分割された符号化すべき一次コードをFCとすると、FCを適切な閾値で2値化する。この適切な閾値とは、たとえば $Y_1 \sim Y_{10}$ の平均値等が考えられるが、ここでは特に限定しない。このようにして2値化したパターンを白黒パターンSPと呼ぶ。この白黒パターンSPを入力ベクトルとしてベクトル量子化を行う。このベクトル量子化は再生ベクトルとなるべき複数通りの白黒パターンを登録したコードブックを用意しておいて、これを白黒パターンSPを基に検索する。

次にベクトル量子化により得られるそれぞれの白黒パターンSP毎にあらかじめ定められた画素のみを基の一次コード $Y_1 \sim Y_{10}$ から抽出して、これらの抽出された画素をセットとし、これを入力ベクトルとして再度ベクトル量子化する。尚、この画素抽出は各白黒パターン毎に注目画素を指示するポインターがあらかじめ用意されていて、これに従って抽出される。

これは白黒パターンSPから入力パターンIPのおおよその構造を抽出して、注目画素以外は固定値として扱うことにより、擬似的に入力パターンの次元を落とし、量子化を簡易に行うものである。ここでの再生ベクトルの画素と非注目画素として固定値が割り当てられた画素とからなるパターンのブロックを想定し、この想定されたパターンから最終的な再生ベクトルを得る。

以上の考え方を第11図を用いて具体的に説明する。ここで、符号化すべき一次コードはブロックサイズ 4×4 の入力一次コードFCであって、ブロックに含まれる各画素は2ビット4レベルを有する。まず、ブロックに含まれる16画素のうち3, 2レベルの画素を1(白)、1, 0レベルの画素を0(黒)として2値化し、白黒パターンSPを得る。この白黒パターンSPを入力ベクトルとしてベクトル量子化を行い、その再生ベクトルのコード Q_1 及び回転のコード Q_2 を得る。

次に白黒パターンSPに応じて抽出すべき12画素を指示するための注目画素パターンCPを読み出

される。この画素パターンCPをマスクパターンとして一次コードFCから12画素抽出される。

尚、この注目画素パターンの選び方は、画像の統計的性質を加味して決定される。すなわち、同一白黒パターンで統計的に分散の大きい所、つまり、レベル変化の大きい場所に設けられる。

この12画素を要素とするベクトルVを入力ベクトルとして、再度ベクトル量子化を行い再生ベクトルのコード Q_3 を得、 Q_1 と Q_3 により再生コードブロックDを得る。

第11図では一次コードFCの各画素 $Y_1 \sim Y_{16}$ が2ビットであるために、抽出された画素レベルは黒に関しては0, 1、白に関しては3, 2でどちらも2通りのレベルしか有しておらず、1ビット要素と考えることができる。従って、この例では、抽出された12画素分をまとめて入力ベクトルとして量子化を行う。

これらの構成さらには注目画素の画素数などは、ハードウェアを構築する際の条件により、たとえば入力画素の階調数などから、決定される。

そして最後に前述の如くして得られたそれぞれのコード Q_1 , Q_2 及び Q_3 とから最終的な再生パターンのコードQが生成される。

第12図は一次コードのベクトル符号化を実行するための回路構成の実施例である。ここでは、第11図の説明と同様に入力パターンは $4 \times 4 = 16$ 画素のブロックに分割され、各ブロックに含まれる一次コードは2ビット4階調である。

16画素に対応する一次コード $Y_1 \sim Y_{16}$ のそれぞれの上位ビットを $Y_1 \sim Y_8$ 、下位ビットを $Y_9 \sim Y_{16}$ の如く、各画素ラベルの右上に1と0の添字を付けて表わす。

まず、一次コードFCに対する白黒パターンSPの検索は再生ベクトルのテーブルを有したROM21でなされる。ここで、第11図のように、一次コードの0, 1を0とし、2, 3を1として2値化すれば、2値化結果は $Y_1 \sim Y_{16}$ の一次コードの上位ビット $Y_1 \sim Y_8$ に対応するから、この $Y_1 \sim Y_8$ を入力ベクトルとしてROM21のアドレスに与える。

ここで、一次コード $Y_1 \sim Y_{16}$ のベクトル量子化器

としてのROM21のデータの生成方法について述べる。

入力ベクトル $Y_1 \sim Y_8$ は 2^8 通りあるが、実際の画像データとしては、これら全てが発生するわけではない。画像読み取り系の解像度によっては全く発生しないパターンや、ほとんど発生しないパターンがある。また、他のパターンに置き換えられても再生像としては劣化が知覚できないパターンもある。さらには、類似しているパターン群は、その中の1つのパターンに縮退することもできる。

そこで、あらかじめ再生パターンとしてN個のパターンを決めておく。第17図はこの例で32のパターンが登録されており、それぞれのパターンに0~31のコードが付けられている。入力ベクトルがコードブックに登録されたパターンと等しい場合は、当然そのコードがその入力ベクトルのコードとなるが、そうでない場合は、コードブックに登録されたパターンの中から最も歪が小さいものを検索して、そのコードを割り当てる。

ところで、本実施例では第17図のコードブック

に登録された再生パターンは回転・鏡像を考慮して統合してあるので重を求める時は、コードブックのそれぞれの再生パターンについて回転・鏡像をとったパターンを含めて最小重のパターンを検索する。そこで再生パターンを $SY \sim S\bar{Y}$ と表わすと、 k はパターンのコードであり、 r は回転・鏡像モードでここでは次の意味を持つ。

$r=0$ 基本パターン (コードブックのパターン)

$r=1$ 90° 右回転パターン

$r=2$ 180° 回転パターン

$r=3$ 90° 左回転パターン

$r=4$ 90° 左回転パターンの鏡像

$r=5$ 180° 回転パターンの鏡像

$r=6$ 90° 右回転パターンの鏡像

$r=7$ 基本パターンの鏡像

ここで、入力ベクトル $Y_1 \sim Y_{16}$ と、この再生パターンとの重 d_{kr}

$$d_{kr} = \sum_{i=1}^{16} |Y_i - S_i^r|$$

を $k=0 \sim 31$, $r=0 \sim 7$ について求めて、 d_{kr} を最小

左下への斜めの細線の1部であったとすると、このコード $k=22$ のパターンで再現されると、線の途切れとなって視覚上好ましくなく、かえって重が3と大きいコード $k=7$ のパターンとして再現される場合の方が良い場合がある。

このように単純に入力パターンと再生パターンの重を測定して重の最小のものを割り当てるという方式では、再生像として最適のものが得られるとは限らない。

そこで、コードブックを第19図のように、白黒パターンの形の特徴によって分類する。カテゴリAは斜めのエッジの一部と見なせるパターン。カテゴリBは斜線の一部、カテゴリCは水平又は垂直エッジの一部といった具合である。そして各カテゴリ毎にそのパターンの特徴を抽出するためのマスク群を用意して、このマスクによってパターンの特徴抽出を行う。第20図はカテゴリBの特徴抽出マスク群である。マスク1～マスク6で各マスクの斜線图案に対応する图案のうち1图案でも黒ならば真とする。すべてのマスクに対して真となる

とする。回転・鏡像モード r のコード k の再生パターンを、この入力ベクトル Y_1 に対応する白黒パターンとし、入力ベクトル $Y_1 \sim Y_{16}$ に対応するROM21のアドレスに回転・鏡像モード r と、コード k をデータとして書き込む。本実施例では k は5ビット、 r は3ビットで表わせるので、ROM21が8ビットコードとすれば、ROM21の出力ラインの3本が回転・鏡像モードのコード Q_1 として、5本が白黒パターンのコード Q_0 として出力される。

この方式では、再生画像に対する要因としては、どのようなパターンをいくつコードブックに登録するかということが第一に挙げられるが、その他にも、入力ベクトルがどのようなパターンとして再生されるかということも大きな要因である。すなわち、入力ベクトルに一番望ましいパターンが再生ベクトルとして割り当てられるかということである。

たとえば、第18図のような入力パターンの場合、(1)式で重を計算すると、 $k=22$, $r=0$ が重2で最小となる。しかし、入力パターンが右上から

パターンは右上から左下への斜めの連続性があると思なして、カテゴリBに分類する。

このようにして、入力パターン $Y_1 \sim Y_{16}$ の形の特徴抽出をまず実行して、特徴が検知されたら、同じカテゴリの再生パターンの中から重最小となるパターンを検索する。この時、特徴抽出のマスクは一方向のみの検知なので、入力パターンの回転・鏡像をとってマスクをかけて特徴抽出をする。

このようにすれば第18図の入力パターンはまずカテゴリBのパターンと判定され、 $k=6 \sim 8$ を対象として検索され、最終的に $k=7$, $r=0$ が入力ベクトルの対応するアドレスのデータとなる。

もし、入力パターンについて、どのカテゴリの特徴も検出されない場合は、コードブックに登録された全ての再生パターンを対象に検索を実行する。

次にROM21からの5ビットのコード出力はラッチ23でシステムの同期クロック $CLK-O$ で同期がとられた後に、注目图案を指示するポイント29及び白黒デコード27のアドレスに入力される。

ポイント29はROMで構成され、このROMに

はそれぞれの白黒パターンSPについて第11図で説明した様な注目画素に相当するビットに対応して1を、そうでないビットには0を出力するようなデータが記憶されており、この実施例では1パターンが16画素なので16ビットの出力となり、12画素を抽出する。従って、16ビットのうち12ビットが“1”残り4ビットが“0”のデータがポイント29から出力される。

このポイント29の出力に従って一次コードから画素データを抽出する。ここにおいて、第11図の例で説明したように、一次コードデータとしては、黒領域では0、1、白領域では2、3であり、夫々2値データとして取り扱えるので、それぞれの画素データを演算をして1ビットの中間レベル入力パターンに変換する。

また、ROM21からの3ビットの鏡像を含む回転情報は、ラッチ22でシステムの同期クロックCLK=0で同期がとられた後に、一次コードを回転するためのローテイタ26に入力される。ローテイタ26においては、得られた回転鏡像情報を用いて、

1ビットのデータに変換された中間レベルパターンからポイントROM29の出力に従って12画素のデータを抜き出して、12ビットのデータを抽出するのが、アレンジャ30である。このアレンジャ30の動作を下の例を使って具体的に説明する。下の例は第11図における黒画素に対する動作を示したものであり、白画素に対しても同様の動作がなされる。

画素ラベルi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ポイント出力	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	
中間レベルパターン	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
アレンジャ出力	1	-	1	1	1	1	0	-	-	0	0	1	0	0	-	1

第11図示の白黒パターンSPのコードがポイント29に印加されると、そのコードに対応してポイント29から $i=1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16$ に対応するビットが1の16ビット出力がなされる。ポイント29の出力より注目画素は $i=1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16$ の12画素であり、それに対する入力パターンに対して上述演算を施した中間

一次コード $Y_1 \sim Y_{16}$ に対し、回転及び鏡像をとり $Y'_1 \sim Y'_{16}$ を得る。入れかえの方式は $Y'_1 \sim Y'_{16}$ の上位ビット $Y'_1 \sim Y'_{16}$ と白黒コードブックの重が最小になる位置とする。

一方、白黒デコーダ27では、ROM21からの6ビットのコード出力により、16画素の白黒復号パターン $S_1 \sim S_{16}$ を復号する。セレクト28は第13図(B)に示される構成をとり、第13図(B)に示すように、回転/鏡像後の白黒パターン $Y'_1 \sim Y'_{16}$ と白黒復号パターン $S_1 \sim S_{16}$ とから、中間レベル $Z_1 \sim Z_{16}$ を得るように構成される。

すなわち、白/黒復号パターン $S_1 \sim S_{16}$ を上位ビットとし、中間レベル $Z_1 \sim Z_{16}$ を下位ビットとしたパターンが回転/鏡像後の一次コード $Y'_1 \sim Y'_{16}$ と最も重が少なくなるようにとられている。さらに、中間レベル $Z_1 \sim Z_{16}$ のうちでポイント29により、注目画素として指定されたものが、注目中間レベル $V(Z_1 \sim Z_{16})$ としてアレンジャから出力される。

この様にローテイタ26及びセレクト28により

レベルパターンは $Z_1=1, Z_2=1, Z_3=1, Z_4=1, Z_5=1, Z_6=1, Z_7=0, Z_8=0, Z_9=0, Z_{10}=1, Z_{11}=0, Z_{12}=1, Z_{13}=0, Z_{14}=0, Z_{15}=1$ であるから、アレンジャ30の出力は1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1という12ビットの出力となる。このアレンジャ30はマルチプレクサにより実現することができる。

このようにしアレンジャ30により抽出された12ビットの注目画素は、ラッチ31でシステムクロックCLK=0により同期がとられる。そしてラッチされたデータを入力ベクトルとしてベクトル量子化が行なわれる。

このベクトル量子化ROM21による白黒パターンの量子化と同様にROM32にあらかじめ再生ベクトルのコードをテーブルと記憶させておくことで行う。すなわちラッチ31で同期をとった注目画素の12ビットの抽出データとラッチ26で同期をとった5ビットの白黒パターンのコードをアドレスラインに入力して、出力として再生パターンのコードQ₀を得る。

具体的には、 $(Z_1 \sim Z_{63})$ の量子化について、第14図及び第15図を用いて説明する。まず第14図において Q_1 及び Q_2 は第11図の Q_1 、 Q_2 に相当し、それぞれ白黒コードブック及び中間レベルの再成コードを表わす。

Q_1 の値は5ビットで0～31すなわち32通りをとり、それぞれの Q_1 に対し、 Q_2 は6ビットで0～63すなわち64通りの場合をとり得る。従って再成コードブックは、 $32 \times 64 = 2048$ 通りの場合をとり、32通りの白黒パターンに対し、同一の白黒パターンについて中間レベルの異なる再成コードブックが64個存在することになる。

そしてこれと回転/鏡像情報 Q_3 及び白黒パターンのコード Q_4 を合わせて第16図の如くの再生パターンのコード Q とする。

以上の様にして、階調性を有する画像データをブロック毎にベクトル量子化を用いて符号化することができる。また符号化すべきパターンの中で特徴的な部分を抽出したものを符号化の基とするので、符号化の基となるデータ量の削減を可能と

するとともに、パターンの特徴に適した符号化が高速に実行可能となる。

尚、本実施例においてはブロックサイズを 4×4 、一次コードの画素が4レベル(2ビット)、また注目画素パターンにより抽出する画素を12ビットとしたが、これらの数値にとらわれることなく、具体化する場合のシステムに応じて最適な値を設定することは言うまでもなく、それに応じて他の数値も適宜変更されるものである。

尚、本実施例においては、ポイント29の注目画素として、ブロック中で変化の多い点すなわち分散値の多い点を優先して選択・抽出したが、エッジの再現性を重視するならば、白/黒パターンのエッジ部分を優先して選択・抽出してもよい。

以上説明したように、本実施例の如く階調画像データをブロックに分割して、平均値および標準偏差を抽出して、標準偏差値を閾値として量子化方式を切り変える際に、平均値によって方式切り換えの閾値を変えることで、あらゆる画素の画素データに対して高効率に量子化が可能となる。

また、この本式を前処理として利用することで、高品位の再生像を得ることのできる、多階調画像データのベクトル量子化器を比較的簡易なハードウェアで実現できる。

また、連続性を考慮して、2値化ブロックのパターン形に着目したベクトル量子化器を構成して、応用することで、連続性の良い高品位な再生像を得ることの可能な多階調画像データのベクトル量子化器を実現できる。

特に文字画像のようなエッジを含むコントラストの高い画像に対して、スムーズなエッジ再現が可能となり、高品位の再生像を得ることができる。

また、ブロック分割された多階調画像データをベクトル量子化によって符号化する際、ブロックを2値することで得たブロックの特徴から、注目すべき画素を限定して量子化することで、簡単な構成でしかも、高品位の像再生を得ることのできる効果がある。特に、エッジの部分や、ブロックの周辺画素に重点的に注目することで、連続性の良いエッジ再現が可能となり、階調データで構成され

た文字画像の高品位な像再現に効果がある。

また、階調性を有するデジタル画像データを対象としたベクトル量子化方式において、2値化ブロックを第1のベクトル量子化器で符号化したデータを基に、第2ベクトル量子化の際に生じる歪を最小となるように、第2のベクトル量子化器の入力を補正することで、高品位の再生像を得ることができる。

〔効果〕

以上説明した様に、本発明によると符号化動作による画像歪が小さく、高品位な画像再生可能なデジタル画像の符号化を実行することが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明における基本的なデータの流れを示す図、

第2図(A)及び第2図(B)は一次コード生成方法の考え方を示す図、

第3図はエッジ部における規格化差分値の分布を示す図、

第4図はエッジ部における規格化差分値の区間分けを示す図、

第5図は平端部における規格化差分値の区間分けを示す図、

第6図は一次コード生成のハードウェア構成図、

第7図は一次コード生成の処理過程を示す図、

第8図はブロック内の平均値と標準偏差の分布を示す図、

第9図はブロック内の平均値と標準偏差によりブロックをグループ分けすることを示す図、

第10図(A)及び(B)は、ブロックをグループ分けするための値bの値を示す図、

第11図は一次コードを2次コードに量子化する処理過程を示す図、

第12図は第11図の処理を実行するためのハードウェア構成図、

第13図(A)及び第13図(B)は、セレクト28を説明する図、

第14図は再生コードブックを説明する図、

第15図は白黒パターンと注目中間レベルより

再生コードブックを検索する図、

第16図は符号化コードの例を示す図、

第17図は登録されている白黒パターン例を示す図、

第18図はカテゴリによるベクトル量子化を示す図、

第19図は白黒パターンの分類例を示す図、

第20図はカテゴリ判定のためのマスク例を示す図、

第21図はベクトル量子化の従来例を示す図であり、

21及び32はベクトル量子化をするためのROM、

26はローテイク、

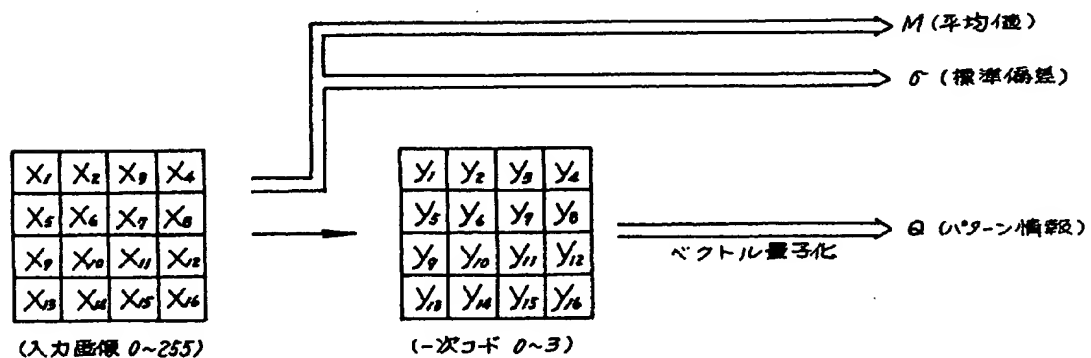
28はセレクト、

29はポインタ、

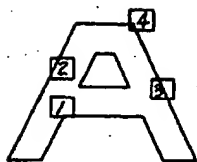
30はアレンジヤである。

出願人 キヤノン株式会社

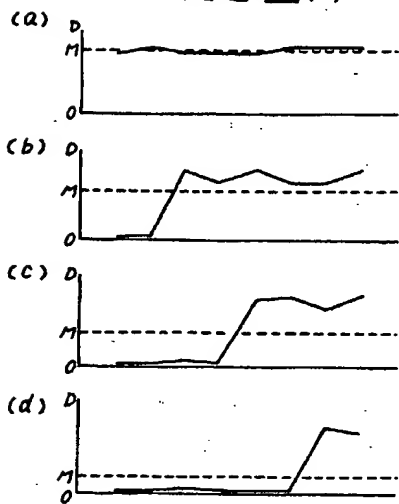
代理人 丸 島 鑑 一



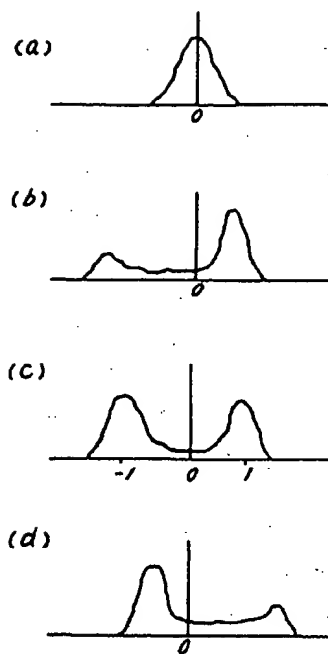
第 1 図



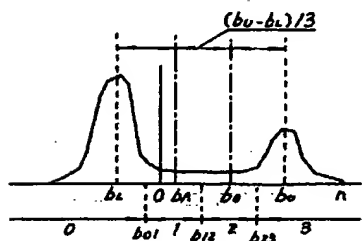
第2図(A)



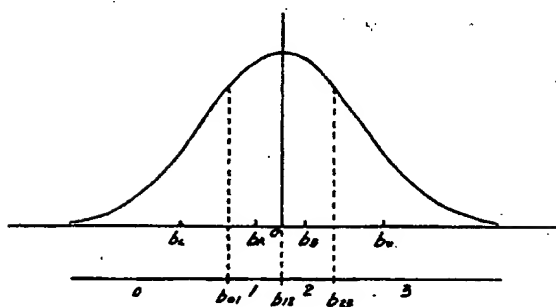
第2図(B)



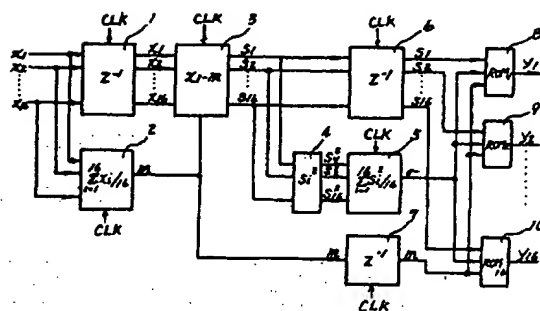
第3図



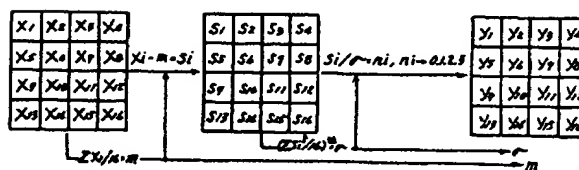
第4図



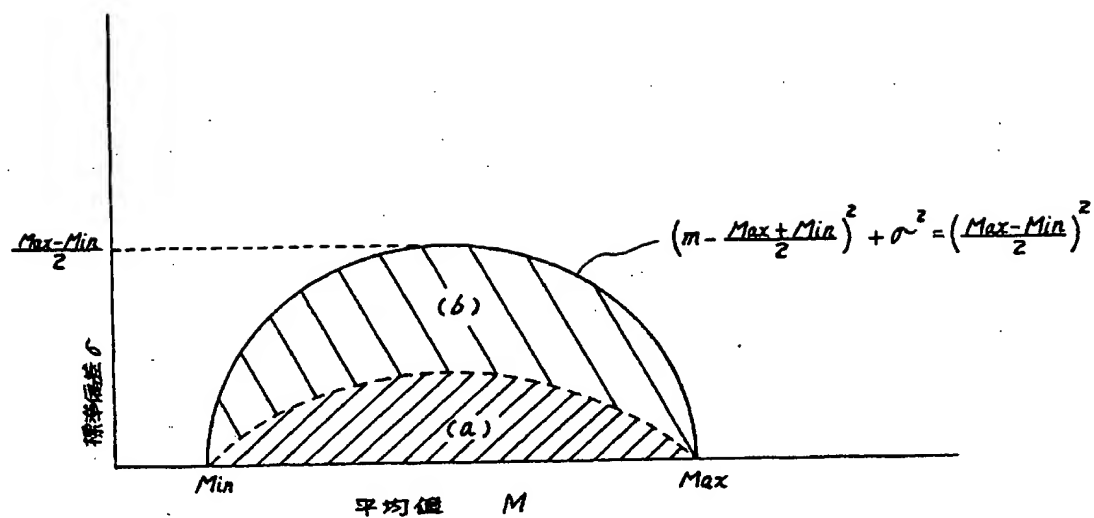
第5図



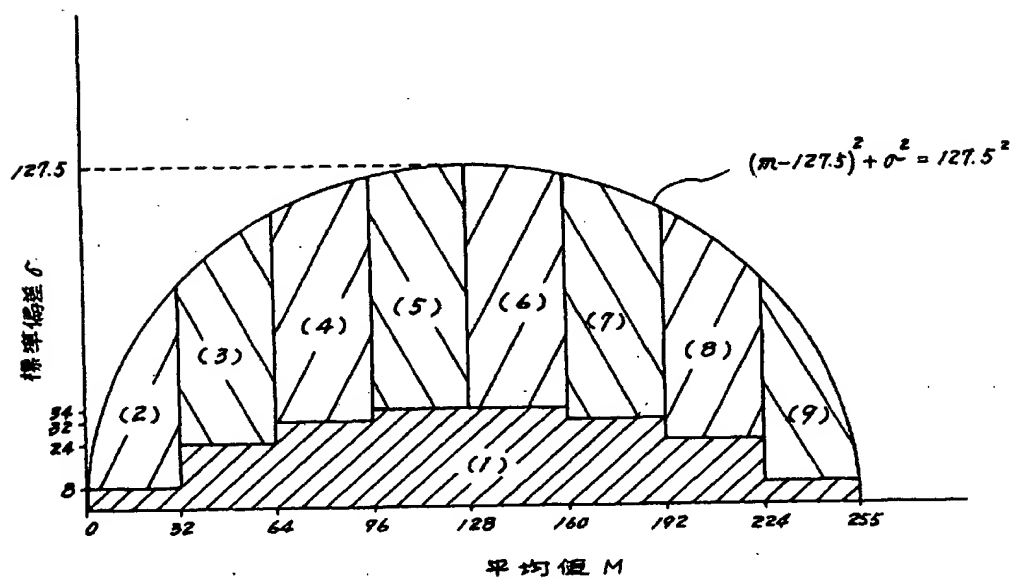
第6図



第7図



第 8 図



第 9 図

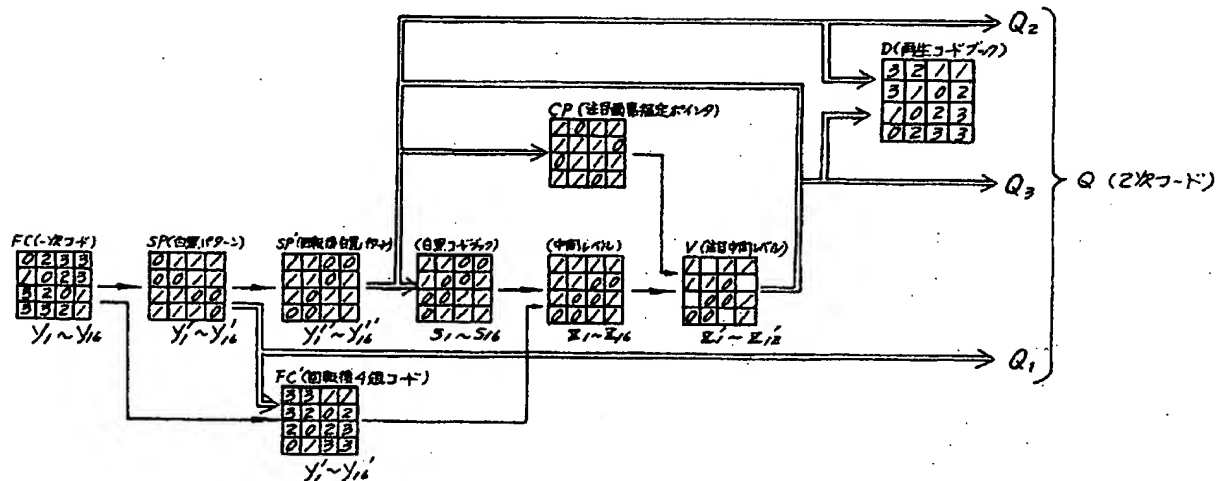
M	σ	b	b ₀₁	b ₀₂	b ₁₂	b ₂₀	b ₂₁	b ₂₂
0 ≤ M < 32	0 < σ	-1.27	-0.68	-0.33	0.0	0.33	0.68	1.27
32 ≤ M < 64	0 < σ							
64 ≤ M < 96	0 < σ							
96 ≤ M < 128	0 < σ							
128 ≤ M < 160	0 < σ							
160 ≤ M < 192	0 < σ							
192 ≤ M < 224	0 < σ							
224 ≤ M < 256	0 < σ							

(1)

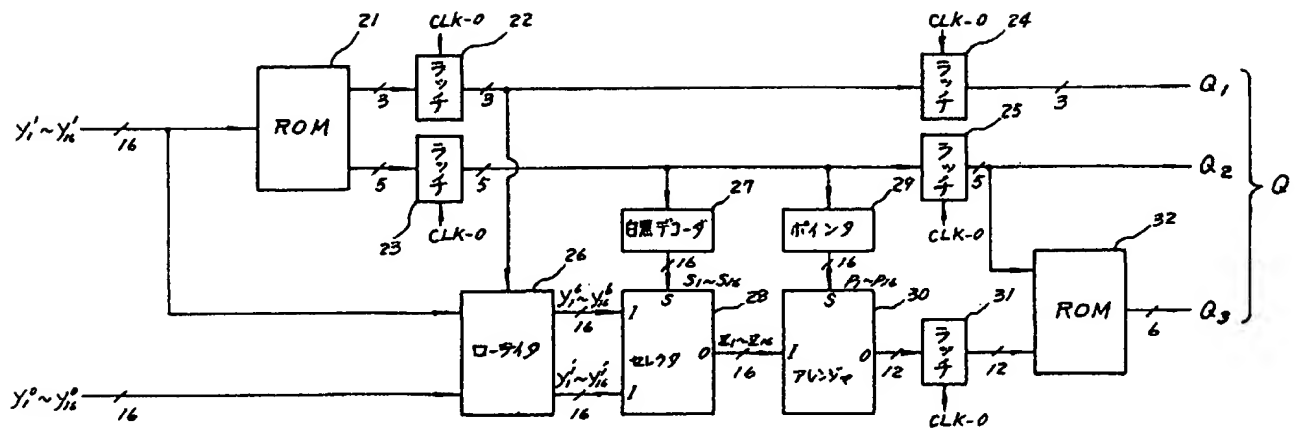
M	σ	b	b ₀₁	b ₀₂	b ₁₂	b ₂₀	b ₂₁	b ₂₂
0 ≤ M < 32	0 ≤ σ	0.0	0.4	0.9	1.3	1.7	2.2	2.6
32 ≤ M < 64	24 ≤ σ	-0.3	0.2	0.6	1.0	1.4	1.9	2.3
64 ≤ M < 96	32 ≤ σ	-0.6	-0.1	0.3	0.7	1.2	1.6	2.0
96 ≤ M < 128	34 ≤ σ	-0.8	-0.4	0.0	0.4	0.9	1.3	1.7
128 ≤ M < 160	34 ≤ σ	-1.1	-0.7	-0.3	0.1	0.6	1.0	1.4
160 ≤ M < 192	32 ≤ σ	-1.4	-1.0	-0.6	-0.2	0.3	0.7	1.1
192 ≤ M < 224	24 ≤ σ	-1.7	-1.3	-0.9	-0.4	0.0	0.4	0.8
224 ≤ M < 256	8 ≤ σ	-2.0	-1.9	-1.2	-0.5	0.1	0.7	0.9

第 10 図 (A)

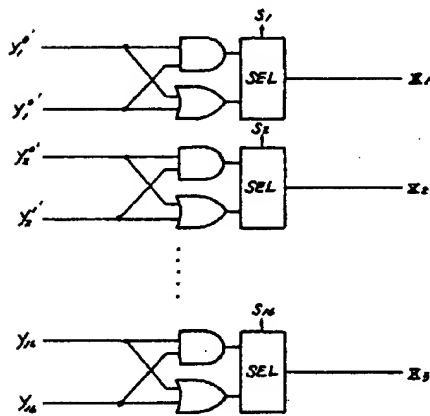
第 10 図 (B)



第 11 図



第 12 図

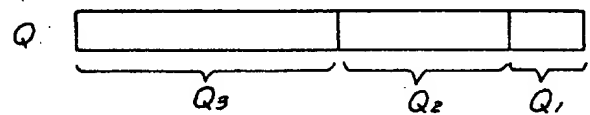


第 13 図 (A)

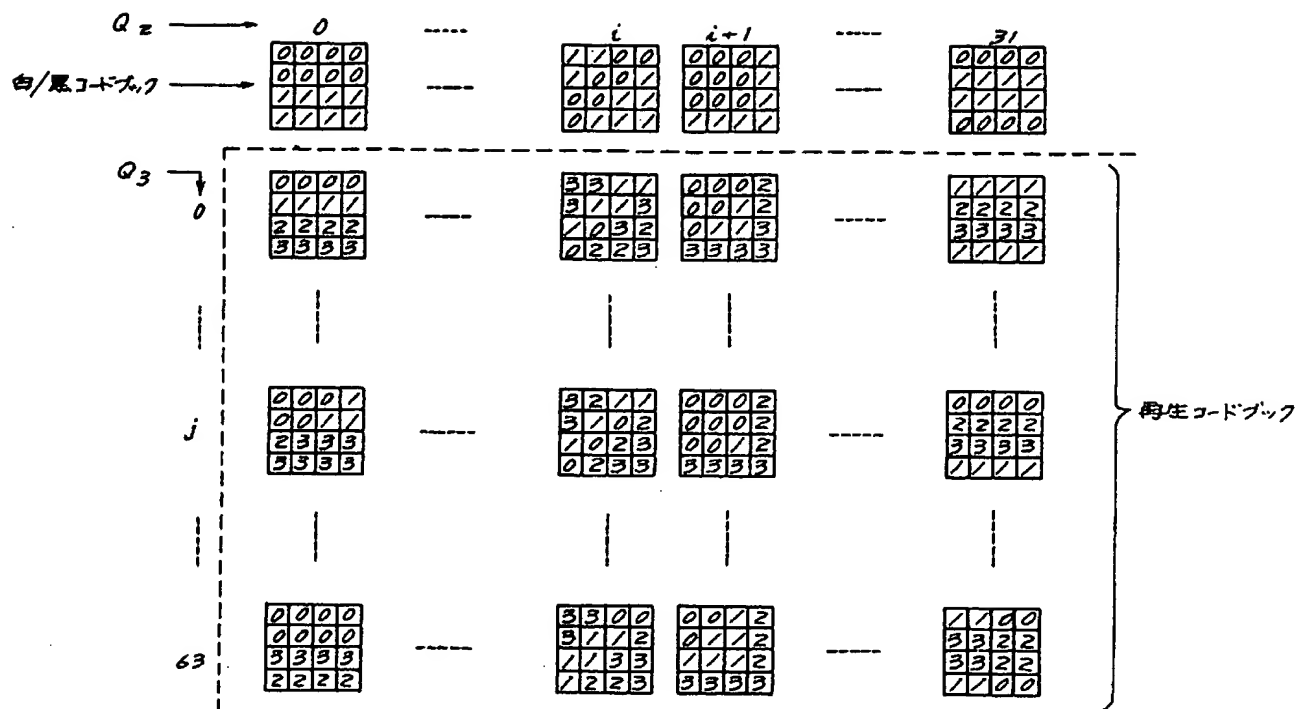
$S_i \backslash Y_i$	0	1	2	3
0	0	1	1	1
1	0	0	0	1

Y_i, S_i による Z_i の値 ($i=1 \sim 16$)

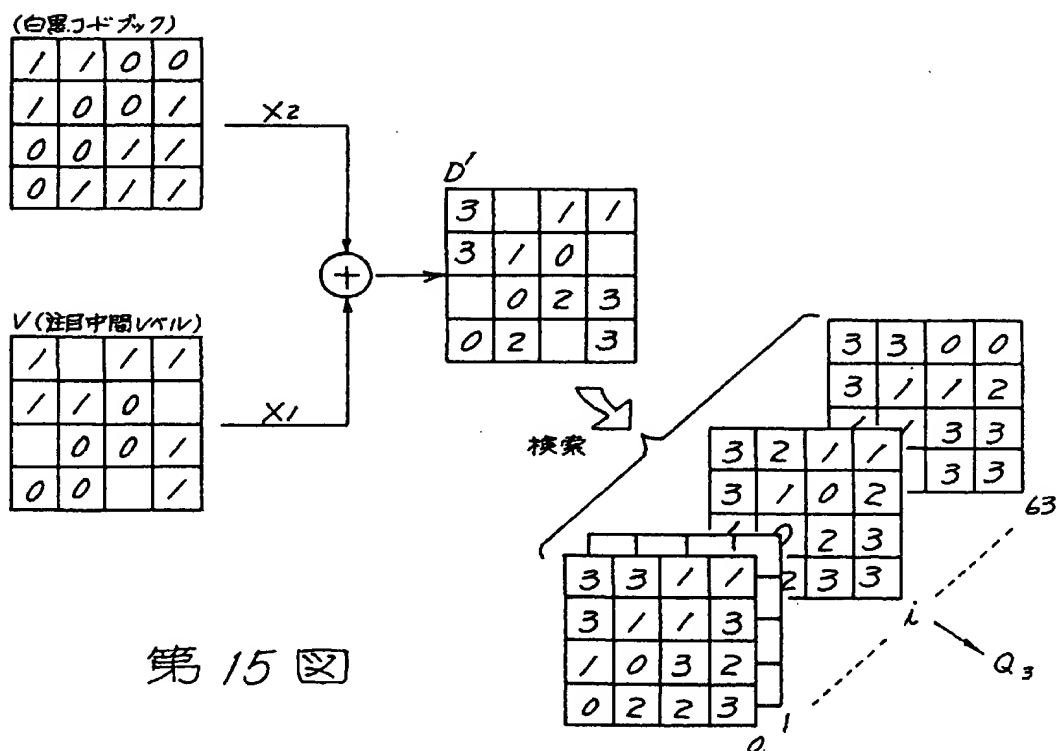
第 13 図 (B)



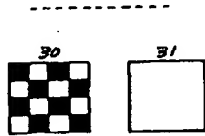
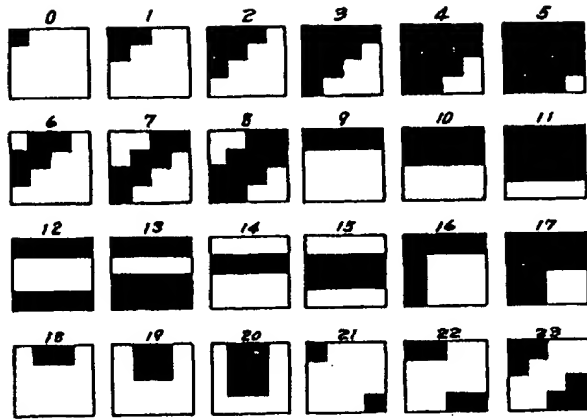
第 16 図



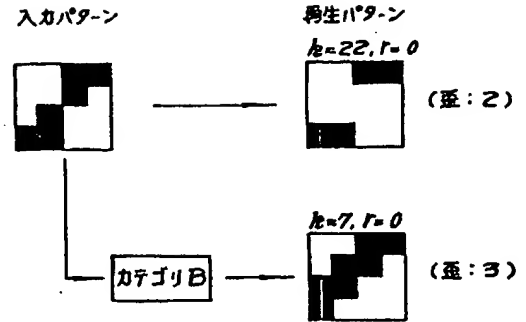
第 14 図



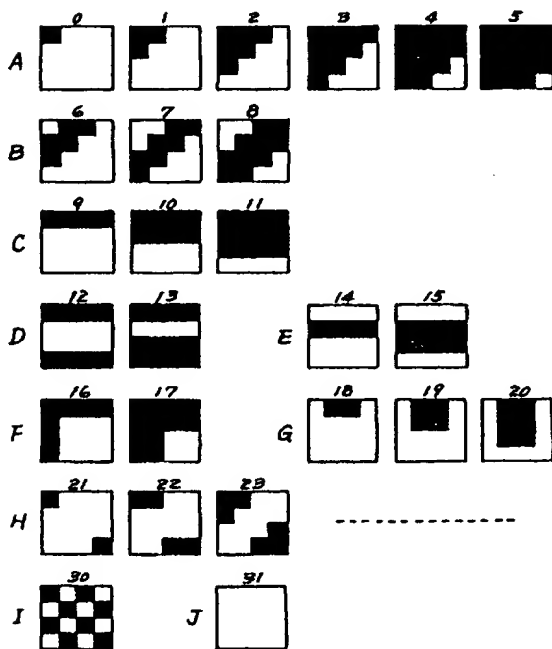
第 15 図



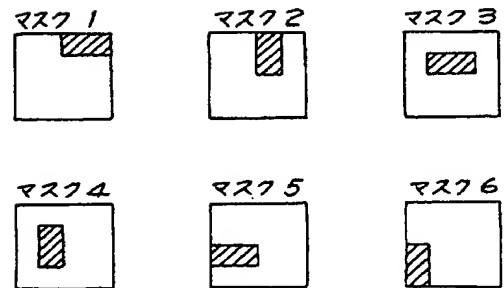
第 17 図



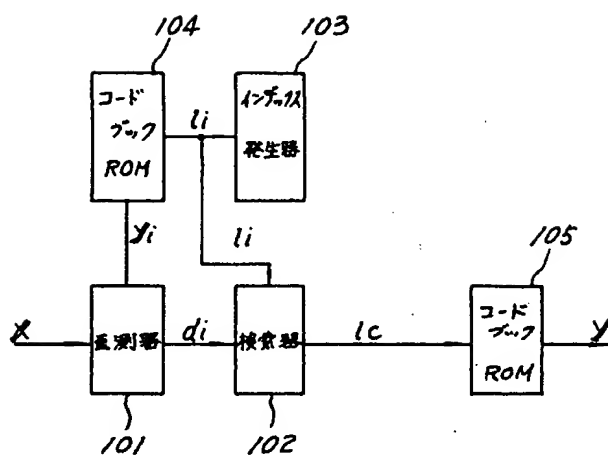
第 18 図



第 19 図



第 20 図



第21図